


2002/G-001

## Method and plasticating extruder for producing fiber-reinforced polymer compositions

**Patent number:** DE19836787  
**Publication date:** 2000-02-17  
**Inventor:** THEROLF DIETER (DE)  
**Applicant:** DIEFFENBACHER GMBH MASCHF (DE)  
**Classification:**  
- international: B29C47/10; B29C47/40; B29C47/60; B29C47/58  
- european: B29C47/00B6, B29C47/10D, B29C47/40H  
**Application number:** DE19981036787 19980813  
**Priority number(s):** DE19981036787 19980813

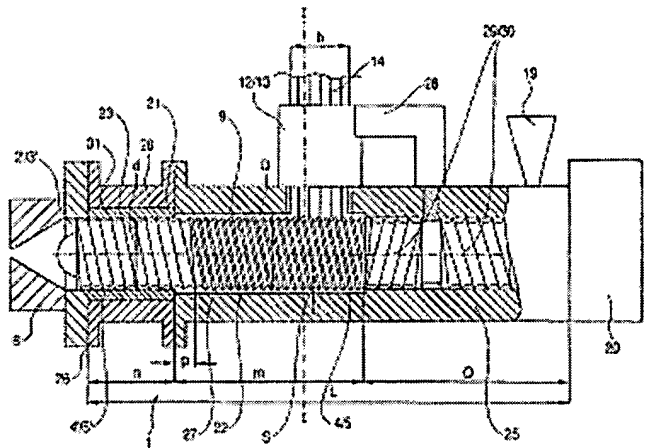
**Also published as:**

 EP0979719 (A2)  
US6238733 (B1)  
EP0979719 (A3)  
EP0979719 (B1)

Abstract not available for DE19836787

Abstract of correspondent: **US6238733**

A method for producing fiber-reinforced polymer compositions and a plasticating extruder for carrying out the method. The method includes passing the fiber strand along at least one coating nozzle into a feed opening; winding the fiber strand onto and around at least one extruder shaft; drawing the fiber strand into barrel bores of a screw barrel; applying a liquid polymer onto a first flat side of the fiber strand from the first coating nozzle; pressing a second side of the fiber strand into a liquid polymer film that was already applied on the screw shaft; and feeding the polymer impregnated fiber strand into screw barrels in a discharge and conveying zone. The plasticating extruder has a drawing-in and impregnating zone and a discharge and conveying zone. The plasticating extruder has a heater. In the drawing-in and impregnating zone, there are a first barrel; a polymer feed including at least one coating nozzle; first barrel bores in the first barrel; rotationally driven first extruder shafts in the first barrel bores; and a feed opening in the first barrel for introducing a fiber strand into the first barrel bores. In the discharge and conveying zone, there are a second barrel; a cutting edge at an entrance to the second barrel; second barrel bores in the second barrel; and rotationally driven second extruder shafts in the second barrel bores.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

**19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND**

**DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT**

**Offenlegungsschrift**  
**DE 198 36 787 A 1**

51 Int. Cl.<sup>7</sup>:  
**B 29 C 47/10**  
 B 29 C 47/40  
 B 29 C 47/60  
 B 29 C 47/58  
 //(B29K 105:08)

21 Aktenzeichen: 198 36 787.2  
 22 Anmeldetag: 13. 8. 1998  
 43 Offenlegungstag: 17. 2. 2000

**DE 198 36 787 A 1**

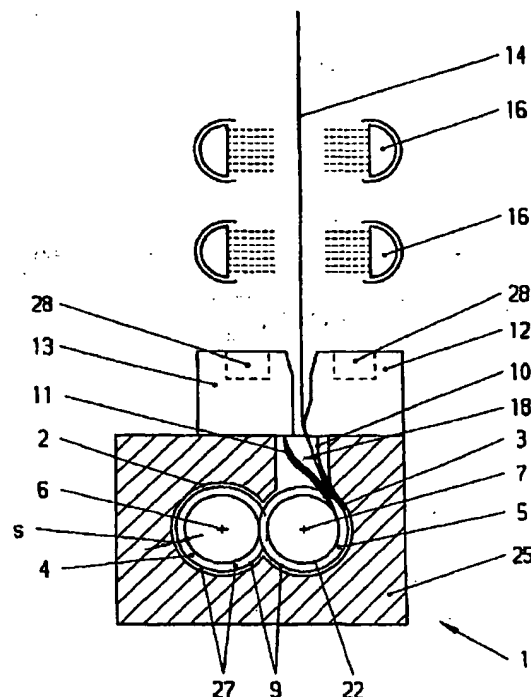
- 71 Anmelder:**  
Maschinenfabrik J. Dieffenbacher GmbH & Co,  
75031 Eppingen, DE
- 74 Vertreter:**  
Hartdegen, A., Dipl.-Ing.(FH), 82205 Gilching

- (72) Erfinder:  
 Therolf, Dieter, 71665 Vaihingen, DE
- (56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
 zu ziehende Druckschriften:
- |       |               |
|-------|---------------|
| DE    | 195 30 020 A1 |
| DE-OS | 20 33 272     |
| US    | 51 10 275     |
| = DE  | 40 16 784 A1  |
| EP    | 08 35 734 A1  |

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

- ⑤4 Verfahren und Plastifizierextruder zur Herstellung von faserverstärkten Kunststoffmassen

- 57 Die Erfindung betrifft ein Verfahren und einen Plastifizierextruder zur Herstellung von faserverstärkten Kunststoffmassen.
- Die Erfindung besteht in der Abfolge folgender Verfahrensschritte:
- a) der Faserstrang wird über Beschichtungsdüsen in die Zufühhöffnung des Plastifizierextruders eingezo-gen,
  - b) in der Zufühhöffnung erfolgt dabei auf eine Flachseite des Faserstranges das Aufbringen eines flüssigen Kunststofffilms aus der rechten Beschichtungsdüse direkt, wäh-rend auf die zweite Flachseite das Aufbringen indirekt durch Einpressen des Faserstranges in den vorher aus der linken Beschichtungsdüse auf die Schneckenwelle auf-ge-tragenen flüssigen Kunststofffilm erfolgt, dabei wird der Faserstrang innerhalb einer Einzugs- und Imprägnier-strecke m mit den einzelnen endlosen Fasern an den Ex-truderwellen einreibend bzw. durchreibend an beiden Flachseiten mit den flüssigen Kunststofffilmen benetzt bzw. getränkt und
  - c) anschließend werden die mit Kunststoff durchimprä-gnierten bzw. durchgetränkten Einzelfasern bzw. der Fa-serstrang über eine Schneidkante geführt und hierbei in weitgehend vorbestimmte Längen zerschnitten.



**DE 198 36 787 A 1**

## Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Herstellung von faserverstärkten Kunststoffmassen gemäß dem Oberbegriff der Ansprüche 1 und 2.

Sie betrifft ferner einen Plastifizierextruder zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 13.

Ein solches Verfahren und ein solcher Plastifizierextruder ist aus DE-PS 40 16 784 bekannt geworden. Bei diesem Plastifizierextruder erfolgt der Faserstrangeintritt in die Imprägniervorrichtung und der Strangaustritt nach der Imprägnierung ebenflächig mit geringer Anpassungsfähigkeit an die Erfordernisse einer guten Faser- und Streugutbenetzung. Das Hauptproblem liegt jedoch darin, daß die Einzelfasern des breit auseinandergefächerten Faserstranges über die Spreiznocken sich nicht auseinander halten lassen. Die Einzelfasern werden durch die 90° Umlenkung von der Führung quer zur Schneckenachse an der Einführtülle, bis zum Ende des Imprägnierkanals und zu dem Schneckenelement der Extruderachse zu einem kompakten Strang zusammengeknüpft. Dies bedeutet, daß dieser kompakte Strang, bestehend aus vielen endlosen Einzelfasern, eine große Dicke ergibt, was zu einem schnellen abquetschen bzw. abschneiden zwischen den Schneckenstegen und der Zylinderwand führt.

Die dabei entstehenden Faserknäuel, welche noch nicht komplett durchtränkt sind lassen sich dann nur schwer, das heißt zum Teil überhaupt nicht, mit den Misch- und Knetelementen wieder auflösen, um sie mit der Restschmelze zu vermischen oder die Misch- und Knet-/Scherstrecke muß so intensiv und/oder lang ausgeführt sein, daß dadurch im Produkt ein sehr hoher Anteil an sehr kurzen Fasern/Feinanteil entsteht.

Weiter ergibt sich dadurch ein schnelleres Abquetschen des kompakten Faserstranges und ein unkontrolliertes Schlupfverhalten der Einzelfasern. Es stellen sich unterschiedlich große Schlupfgeschwindigkeiten der Glasfaserstränge ein, welche einen prozeßfähigen Maschinenzustand äußerst schwierig gestalten bzw. nicht ermöglichen, das heißt es ergeben sich undefinierte Antriebsverhältnisse und unkontrollierbare Prozeßzustände.

Folgende Nachteile lassen sich zusätzlich anführen: Der vorimprägnierte Faserstrang muß noch in der Einmischzone mit den Einzelfasern homogen in der Schmelze verteilt werden.

Die mit flüssigem Kunststoff vorgetränkten Einzelfasern werden von dem jeweiligen Schneckenelement eingezogen und hierbei geschnitten bzw. abgequetscht. Dadurch ist die Antriebskraft, welche auf den Faserstrang ausgeübt werden kann relativ gering, weil kein ausreichend großer Umschlingungswinkel um die Extruderwellen entstehen kann. Auch damit entsteht ein großer undefinierter Schlupf der Fasern im Zuführbereich, weshalb der Fasergehalt im Kunststoff starken Schwankungen unterliegt. Die Geschwindigkeitsänderungen an dem zugeführten Faserstrang zu messen und diesen Fehler über eine Drehzahlregelung an den Extruderwellen zu kompensieren führt zu einer starken schädlichen Pulsation bei dem im Tränkbereich zugeführten aufgeschmolzenen Kunststoff und zur Pulsation im Mischbereich und damit beim Produktausstoß. Die angedachte Schmelze-regelung über die Drosseleinrichtung durch das verschiebbare Schneckengehäuse löst dieses Problem auch nicht, weil bei stark schlupfenden Einzelfasern die Drehzahl an der Extruderwelle erhöht werden müßte und dabei zwangsläufig mehr Matrixschmelze von der im Schneckenbereich befindlichen Schmelze gefördert wird. Das heißt das Mischungsverhältnis Faser zu Matrix verändert sich hierbei nachteilig. Des weiteren ist für die Produktverarbeitung und Material-

reproduzierbarkeit neben der genauen Gewichtsverteilung des Glasfaseranteils zu dem Kunststoffanteil ein pulsationsfreier gleichmäßiger Produktausstoß erforderlich. Zusätzlich höchstes Ziel ist dabei, daß die Faserfeinanteile sehr niedrig gehalten werden. Dies wird mit den bisher bekannten Verfahren und Systemen nicht erreicht.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren anzugeben und einen Plastifizierextruder zu schaffen, mit dem faserverstärkte Kunststoffmassen mit gutem Mischungsgrad und guter Durchtränkung der Fasern herstellbar sind, wobei die langen Fasern im Produkt einen möglichst großen Anteil und die Kleinst- bzw. Kurzfasern einen möglichst geringen Anteil aufweisen sowie der Produktausstoß stetig ohne Pulsation erfolgt.

Die Lösung dieser Aufgabe besteht für das Verfahren darin, daß folgende Verfahrensschritte zur Anwendung kommen:

- a) der Faserstrang wird über zwei oder mehrere Beschichtungsdüsen in die Zuführöffnung des Plastifizierextruders mit seiner Breite  $b$  vorzugsweise parallel zu den Extruder-Achsen und annähernd tangential auf eine Extruderwelle und um die Extruderwellen vortreibend aufgewickelt sowie in Zylinderbohrungen von im Durchmesser um mindestens die vierfache Stärke  $S$  des Faserstranges vergrößerte Schneckenzyylinder eingezogen,
- b) in der Zuführöffnung erfolgt dabei auf eine Flachseite des Faserstranges das Aufbringen eines flüssigen Kunststofffilms aus der rechten Beschichtungsdüse direkt während auf die zweite Flachseite das Aufbringen indirekt durch Einpressen des Faserstranges in den vorher aus der linken Beschichtungsdüse auf die Schneckenwelle aufgetragenen flüssigen Kunststofffilm erfolgt dabei wird der Faserstrang innerhalb einer Einzugs- und Imprägnierstrecke  $m$  mit den einzelnen endlosen Fasern an den Extruderwellen einreibend bzw. durchreibend an beiden Flachseiten mit den flüssigen Kunststofffilmen benetzt bzw. getränkt und
- c) anschließend werden die mit Kunststoff durchimprägnierte bzw. durchgetränkte Einzelfasern bzw. der Faserstrang aus der Einzugs- und Imprägnierstrecke  $m$  über eine Schneidkante in die im Durchmesser verkleinerten Schneckenzyylinder in eine kurze Austrag- und Förderstrecke  $n$  geführt und hierbei in weitgehend vorbestimmte Längen zerschnitten.

In einer zweiten Lösung kommen folgende Verfahrensschritte zur Anwendung:

- a) der Faserstrang wird über eine Beschichtungsdüse in die Zuführöffnung des Plastifizierextruders mit seiner Breite  $b$  parallel zu den Extruder-Achsen und annähernd tangential auf eine Extruderwelle und um die Extruderwellen vortreibend aufgewickelt sowie in Zylinderbohrungen von im Durchmesser um mindestens die vierfache Stärke  $S$  des Faserstranges vergrößerte Schneckenzyylinder eingezogen,
- b) in der Zuführöffnung erfolgt dabei auf eine Flachseite des Faserstranges das Aufbringen eines flüssigen Kunststofffilms aus einer rechts der Zuführöffnung angeordneten Beschichtungsdüse direkt oder es erfolgt auf die zweite Flachseite das Aufbringen des Kunststofffilms indirekt durch Einpressen des Faserstranges in den vorher aus einer an der Zuführöffnung angeordneten Beschichtungsdüse auf die Schneckenwelle wobei der Faserstrang innerhalb einer Einzugs- und Imprägnierstrecke  $m$  mit den einzelnen endlosen Fasern

an den Oberflächen der Extruderwellen einreibend bzw. durchreibend an beiden Flachseiten mit dem flüssigen Kunststoffillim benetzt bzw. getränkt wird und c) anschließend werden die mit Kunststoff durchimprägnierten bzw. durchgetränkten Einzelfasern bzw. der Faserstrang aus der Einzugs- und Imprägnierstrecke m über eine Schneidkante in die im Durchmesser verkleinerten Schneckenzyylinder in eine kurze Austrag- und Förderstrecke geführt und hierbei in weitgehend vorbestimmte Längen zerschnitten.

Als Vorteil des erfindungsgemäßen Verfahrens ist insbesondere zur Erzeugung einer ausreichenden Einzugskraft das parallele und tangential zu führen der Faserbahn und das vortreibende, bei Bedarf mehrfache, Aufwickeln der Faserstrangbreite zu und auf die Schneckenwellen anzuführen. Weiter ist von Vorteil, daß bei der Beschichtung des Faserstranges in der Zuführöffnung und beim Durchzug durch die Einzugs- und Imprägnierstrecke m die Fasern schon vollständig mit dem flüssigen Kunststoff durch einreiben/einwalken getränkt, plastifiziert und im richtigen Mischungsverhältnis mit dem Kunststoff belegt werden. Erst danach wird der Faserstrang geschnitten. Für die beim Schneiden der durchtränkten Fasern bzw. Faserstränge an der Schneidkante am Eingang zur Austrag- und Förderstrecke teils entstehenden Faserbündel genügt eine kurze Austrag- und Förderstrecke um diese Faserbündel zu einem homogenen Produkt aufzulösen und den Produktstrang pulsationsfrei bei entsprechendem Füllgrad der Schnecken aus dem Plastifizierextruder herauszufördern. Durch das Fehlen von Misch- und Knetelementen in der Austrag- und Förderstrecke entsteht nahezu kein Feinanteil durch zerriebene Fasern.

Die Lösung der Aufgabe für den Plastifizierextruder besteht nach Anspruch 13 darin, daß die Plastifizierextruderlänge L in eine Einzugs- und Imprägnierstrecke m und eine Austrag- und Förderstrecke n eingeteilt ist, wobei das Gehäuse für die Einzugs- und Imprägnierstrecke m mit im Durchmesser D um mindestens die vierfache Stärke S des Faserstranges vergrößerten Zylinderbohrungen ausgebildet ist, eine oder zwei Beschichtungsdüsen über der Zuführöffnung angebracht sind wobei die Zuführöffnung in ihrer Längserstreckung vorzugsweise parallel zu den Achsen in etwa tangential über einer Extruderwelle vorgesehen ist und die Austrag- und Förderstrecke n am Eingang eine geformte oder gerade Schneidkante aufweist und ihre Zylinderbohrungen mit dem sonst bei Extrudern üblichen Durchmesser d bzw. eingegengtem Schneidspace ausgeführt sind.

Durch das vorteilhafte vortreibende Aufwickeln des Faserstranges nach der Erfindung auf die gerundeten Elemente in der Einzugs- und Imprägnierstrecke sind große Zugkräfte auf den Faserstrang auszuüben, ohne daß die Einzelfasern zerschnitten, abgequetscht oder zerrissen werden. Damit der den Kunststoffillim bereits mitführende Faserstrang ohne nachteilig bremsendes Hindernis geführt angetrieben werden kann, sind die Gehäusebohrungen in diesem Bereich für die Extruderwellen im Durchmesser vergrößert ausgeführt. Wird der Faserstrang überlappend auf die abgerundeten Schneckenstege und den gerundeten Schneckenrund eingezogen, so ist dieser Durchmesser um mindestens die vierfache Faserstrangstärke größer auszubilden, damit die Einzelfasern nicht aus dem Faserstrang abgesichert werden und sich durch Vergrößerung des Umschlingungswinkels ein sicherer Faserstrangantrieb einstellt. Über die festgelegte Schlupfbewegung beim Fördern des Faserstranges über die Schneckenstege und den Schneckenrund sowie das Ziehen über die abgerundeten Achterbohrungsspitzen erfolgt ein optimales verteilen, einreiben und einmassieren der Kunststoffschmelze in, auf bzw. um die Einzelfasern.

Bei Plastifizierextrudern ist der Füllgrad der Schnecken im Plastifizierbereich für die Pulsation des Produktaustrages verantwortlich, das heißt wenn die Schnecken pro Umdrehung zu gering mit Material, Glasfasern und Kunststoffschmelze, gefüllt sind, stellt sich an der Austrittsdüse eine ungleichmäßige Produktaustragsgeschwindigkeit (Pulsation) ein, welche sich in störenden Gewichtsschwankungen des auf Länge geschnittenen Produkts äußert.

Durch den gleichmäßigen Einzug des beschichteten Faserstranges und der Anpassung abhängig von dem Mischungsverhältnis von Kunststoffmenge zur Fasermenge über die Anzahl der Einzelfasern oder über ihr spezifisches Stranggewicht (Textgewicht) gemäß der Erfindung, kann die schädliche Pulsation verhindert werden. Dafür ist ein Füllgrad aus Fasern des Faserstranges und der Kunststoffschmelze in den Schnecken von 40% bis 80% notwendig um ein kontinuierliches und pulsationsfreies Fördern zu erreichen. Dies wird weiter durch die auf den Faserstrang ausübende erhöhte Antriebskraft ermöglicht, weil der entstehende vortreibende Wickel auf den Extruderwellen und die abgerundete Ausbildung der Schnecken sowie der Achterbohrungsspitzen im Einzugs- und Imprägnierbereich die Einzelfasern bis zur Schneidkante unzerstört lassen. Um die Vortriebsgeschwindigkeit und den Überlappungsgrad besser beeinflussen zu können, wird der Faserstrang zweckmäßig in Förderrichtung schräg in die Zuführöffnung des Plastifizierextruders eingeführt.

Weitere vorteilhafte Maßnahmen und Ausgestaltungen des Gegenstandes der Erfindung gehen aus den Unteransprüchen und der folgenden Beschreibung mit der Zeichnung hervor.

Es zeigen:

Fig. 1 den Plastifizierextruder gemäß der Erfindung im Schnitt A-A nach Fig. 2,

Fig. 2 in Seitenansicht den Plastifizierextruder nach der Erfindung und

Fig. 3 in Seitenansicht den Austrag des fertigen Produkts im Start-Stopp-Betrieb.

In den Fig. 1 und 2 ist der Plastifizierextruder 1 gemäß der Erfindung als Zwei-Wellen-Extruder mit der Länge L dargestellt. Wie die Fig. 2 zeigt, ist die Länge des Plastifizierextruders 1 in drei Funktionsbereiche eingeteilt und dafür entsprechend ausgebildet, nämlich in einen Vorplastifizierbereich o, zum Aufbereiten und Aufschmelzen des Kunststoffes, einer Einzugs- und Imprägnierstrecke m und einer Austrag- und Förderstrecke n. Für den formenden Austrag des fertigen Produktes 33 (= faserverstärkte Kunststoffmasse) ist am Ende eine Austrittsdüse 8 angebracht. Die Fig. 1 zeigt im Schnitt A-A aus Fig. 2 den Einzug des Faserstrangs 14 über die links und rechts der Zuführöffnung 18 angeordnete Beschichtungsdüsen 12 und 13. Vor den Beschichtungsdüsen 12 und 13 sind beidseitig des Faserstranges 14 in seiner Breite b je eine Strahlungsheizeinrichtung 16 vorgesehen. Der Plastifizierextruder 1 besteht weiter aus dem Gehäuse 25 mit den Bohrungen 2 und 3 sowie den Achsen 6 und 7 für die Extruderwellen 4 und 5 der Einzugs- und Imprägnierstrecke m, dem Gehäuse 26 mit den Bohrungen 2' und 3' für die Extruderwellen 4' und 5' der Austrag- und Förderstrecke n und den Extruderwellen 29 und 30 des Vorplastifizierbereichs o.

Für die Aufbereitung des Kunststoffes ist am Gehäuse 25 für die Kunststoffgranulatzuführung ein Einfülltrichter 19 angebracht. Die Kunststoffzuführung 28 befördert den aufbereiteten Kunststoff zu den Beschichtungsdüsen 12 und 13. Für den Antrieb der Extruderwellen 29/30, 4/5 und 4'/5' dient der Antrieb 20. Im Fertigungsbetrieb wird der Faserstrang 14 bei der Förderbewegung in den Einzugskanal 27 und von hier in Richtung Produktaustrag mit den Schnecken

kenelementen des Extruders über die gerundeten Schneckenstegen 9 und den gerundeten Schneckengrund 22 gezogen. Dabei bewegen sich die Faserstränge des Faserstranges 14 noch auf den Schneckenstegen 9 vom Außendurchmesser und dem Kerndurchmesser auf und ab und werden beim gleichsinnig drehenden Doppelschneckenextruder jeweils von der einen Schneckenwelle zur anderen Schneckenwelle übergeben. Das heißt der Faserstrang 14 wird in einer Art Achterbahnnumlauf, je nach Faserbahnbreite b, mehr oder weniger überlappend in Richtung Zerteilbereich der Fasern gefördert. Bei diesen Transportgleitbewegungen wird der mit den Fasern mitgeführte flüssige Kunststoff (Kunststoffilm) 10 und 11 in die Fasern hineingerieben, damit dann alle Faserfilamente mit Kunststoff getränkt/beschichtet werden. Die Länge dieser Einzugs- und Imprägnierstrecke m für alle unzertheilten Endlosfasern wird bestimmt von den Zugkräften, welche auf den Faserstrang 14 ausgeübt werden müssen, damit dieser sicher ohne störende Geschwindigkeitsänderungen angetrieben wird.

Der Faserstrang wird über am Gehäuse 25 angebrachte oder im Abstand dazu angeordnete Beschichtungsdüsen 12 und 13 in die Zuführöffnung 18 des Plastifizierextruders 1 mit seiner Breite b parallel zu den Extruderachsen 6 und 7 und annähernd tangential auf eine Extruderwelle und um die Extruderwellen 4 und 5 mehrfach vortreibend und überlappend aufgewickelt sowie in Zylinderbohrungen von im Durchmesser D um mindestens die doppelte Stärke S des Faserstranges 14 vergrößerte Schneckenzyylinder eingezogen. In der Zuführöffnung 18 erfolgt dabei auf eine Flachseite des Faserstranges 14 das Aufbringen eines flüssigen Kunststofffilms 10 aus der rechten Beschichtungsdüse 12 direkt, während auf die zweite Flachseite das Aufbringen indirekt durch Einpressen des Faserstranges 14 in den vorher aus der linken Beschichtungsdüse 13 auf die Extruderwelle 5 aufgetragenen flüssigen Kunststoffilm 11 erfolgt, dabei wird der Faserstrang 14 innerhalb der Einzugs- und Imprägnierstrecke m mit den einzelnen endlosen Fasern an den Extruderwellen 4 und 5 einreibend an beiden Flachseiten mit den flüssigen Kunststofffilmen 10 und 11 benetzt bzw. getränkt. Anschließend werden die mit den Kunststofffilmen 10 und 11 durchimprägnierte bzw. durchgetränkte Einzelfasern des Faserstranges 14 aus der Einzugs- und Imprägnierstrecke m über die Schneidkante 21 in die im Durchmesser d verkleinerten Schneidbohrungen mit den Schneckenstegen 23 in die Austrag- und Förderstrecke n geführt und hier in weitgehende vorbestimmte Längen zerschnitten. Bei einfach zu tränkenden Fasersträngen und angepaßter Konsistenz der Kunststoffschmelze kann es gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiels genügen, den Faserstrang 14 nur von einer Flachseite mit Kunststoff zu beschichten.

Wie Fig. 3 zeigt kann es für einen bestimmten Mengen- und Maschinentakt sowie produzierenden Herstellungszklus von Vorteil sein, daß der Plastifizierextruder 1 für ein diskontinuierlich erforderliches Produkt 33 der Fließpreßverarbeitung im Start-Stopp-Betrieb arbeitet. Das heißt der Plastifizierextruder 1 fördert das erforderliche Produkt 33 aus der Austrittsdüse 8 auf ein Förderband 34 und stoppt für das Abschneiden des Produktstranges. Nachdem das abgeschnittene Produkt 33 abtransportiert wurde, startet der Plastifizierextruder 1 bei geöffneter Schneidvorrichtung 32 in Abhängigkeit des Preßzyklusses für das Austragen des nächsten Produkts 33. Diese Arbeitsweise wird möglich, weil die Faserstränge 4 ohne störenden Schlupf angetrieben werden können.

Weitere zweckmäßige Ausgestaltungen des Plastifizierextruders 1 bestehen darin,

– daß die Schneidkante 21 an einer auswechselbaren

und nachschärfbaren Verschleißbuchse 31 angebracht ist,

– daß die Schneckenwellen 2' und 3' der Austrag- und Förderstrecke n mit einer oder mehreren Schneckenstegen 23 um einen Einzugsbereich p in die Einzugs- und Imprägnierstrecke m zurückreichend ausgeführt sind, – anstelle eines Vorplastifizierbereichs o ein separater Hilfsplastifizierextruder (nicht dargestellt) für die Beschickung der Beschichtungsdüsen 12 und 13 mit aufbereitetem Kunststoff vorgesehen ist.

Die Idee des separaten Hilfsplastifizierextruders ist mit dem Vorteil verbunden, daß bei einer unabhängigen Drehzahlnutzung für das Aufschmelzen des Kunststoffes bzw. das direkte Aufbereiten aus Polymer und Additiven zur Kunststoffschmelze für die Faserbeschichtung möglich ist.

Für bestimmte Anwendungen des Plastifizierextruder 1 kann es zweckmäßig sein, daß ein oder beidseitig die flüssigen Kunststofffilme 10 und/oder beim Eintritt des Faserstrangs 14 in die Zuführöffnung 18 des Plastifizierextruder 1 mit heißem Gas, zum Beispiel mit Luft und/oder Stickstoff angeblasen werden.

#### Bezugszeichenliste

- 1 Plastifizierextruder
- 2 Gehäusebohrung (Imprägnierteil)
- 3 Gehäusebohrung (Imprägnierteil)
- 4 Extruderwelle (Imprägnierteil)
- 5 Extruderwelle (Imprägnierteil)
- 6 Extruderachse
- 7 Extruderachse
- 8 Austrittsdüse
- 9 abgerundeter Schneckensteg
- 10 flüssiger Kunststoffilm
- 11 flüssiger Kunststoffilm
- 12 Beschichtungsdüse
- 13 Beschichtungsdüse
- 14 Faserbündelstrang, Faserstrang
- 15 Führungsgatter 1
- 16 Strahlungsheizvorrichtung
- 17 Führungsgatter 2
- 18 Zuführöffnung
- 19 Einfülltrichter
- 20 Antrieb
- 21 Schneidkante
- 22 Schneckengrund
- 23 Schneckensteg (scharf)
- 24 Produkt
- 25 Gehäuse für m
- 26 Gehäuse für n
- 27 Einzugskanal
- 28 Kunststoffzuführung zu 12/13
- 29 Extruderwellen im Vorplastifizierbereich
- 30 Extruderwellen im Vorplastifizierbereich
- 31 Verschleißbuchse
- 32 Schneidvorrichtung
- 33 Produkt
- 34 Förderband
- b Strangbreite
- D Ø Wickelbohrung
- d Ø Schneidbohrung
- m Einzugs- und Imprägnierstrecke
- n Austrag- und Förderstrecke
- L Plastifizierextruderlänge
- S Stärke des Faserstranges
- O Vorplastifizierbereich
- P Einzugsbereich für n

## Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung von faserverstärkten Kunststoffmassen unter Verwendung eines Plastifizierextruders, bei dem ein Faserstrang über Führungsgatter und Vorwärmeinrichtung geführt in einer Imprägnier-  
vorrichtung mit flüssigem Kunststoffilm benetzt wird und anschließend in den Plastifizierextruder eingeführt, darin die einzelnen Fasern zerschnitten und vermischt und als weiterverarbeitbare faserverstärkte Kunststoff-  
masse ausgetragen wird, **gekennzeichnet durch** folgende Verfahrensschritte:
  - a) der Faserstrang wird über Beschichtungsdüsen in die Zuführöffnung des Plastifizierextruders mit seiner Breite  $b$  vorzugsweise parallel zu den Extruderachsen und annähernd tangential auf eine Extruderwelle und um die Extruderwellen vortreibend aufgewickelt sowie in Zylinderbohrungen von im Durchmesser um mindestens die vierfache Stärke  $S$  des Faserstranges vergrößerte Schneckenzyylinder eingezogen,
  - b) in der Zuführöffnung erfolgt dabei auf eine Flachseite des Faserstranges das Aufbringen eines flüssigen Kunststoffilms aus der rechten Beschichtungsdüse direkt, während auf die zweite Flachseite das Aufbringen indirekt durch Einpressen des Faserstranges in den vorher aus der linken Beschichtungsdüse auf die Schneckenwelle aufgetragenen flüssigen Kunststoffilm erfolgt dabei wird der Faserstrang innerhalb einer Einzugs- und Imprägnierstrecke  $m$  mit den einzelnen endlosen Fasern an den Extruderwellen einreibend bzw. durchreibend an beiden Flachseiten mit den flüssigen Kunststoffilmen benetzt bzw. getränkt und
  - c) anschließend werden die mit Kunststoff durchimprägnierten bzw. durchgetränkten Einzelfasern bzw. der Faserstrang aus der Einzugs- und Imprägnierstrecke  $m$  über eine Schneidkante in die im Durchmesser verkleinerten Schneckenzyylinder in eine kurze Austrag- und Förderstrecke  $n$  geführt und hierbei in weitgehend vorbestimmte Längen zerschnitten.
2. Verfahren zur Herstellung von faserverstärkten Kunststoffmassen unter Verwendung eines Plastifizierextruders, bei dem ein Faserstrang über Führungsgatter und Vorwärmeinrichtung geführt in einer Imprägnier-  
vorrichtung mit flüssigem Kunststoffilm benetzt wird und anschließend in den Plastifizierextruder eingeführt, darin die einzelnen Fasern zerschnitten und vermischt und als weiterverarbeitbare faserverstärkte Kunststoff-  
masse ausgetragen wird, insbesondere nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch folgende Verfahrensschritte:
  - a) der Faserstrang wird über eine Beschichtungsdüse in die Zuführöffnung des Plastifizierextruders mit seiner Breite  $b$  vorzugsweise parallel zu den Extruderachsen und annähernd tangential auf eine Extruderwelle und um die Extruderwellen vortreibend aufgewickelt sowie in Zylinderbohrungen von im Durchmesser um mindestens die doppelte Stärke  $S$  des Faserstranges vergrößerte Schneckenzyylinder eingezogen,
  - b) in der Zuführöffnung erfolgt dabei auf eine Flachseite des Faserstranges das Aufbringen eines flüssigen Kunststoffilms aus einer rechts der Zuführöffnung angeordneten Beschichtungsdüse direkt oder es erfolgt auf die zweite Flachseite das Aufbringen des Kunststoffilms indirekt durch Einpressen des Faserstranges in den vorher aus ei-
- ner an der Zuführöffnung angeordneten Beschichtungsdüse auf die Schneckenwelle wobei der Faserstrang innerhalb einer Einzugs- und Imprägnierstrecke  $m$  mit den einzelnen endlosen Fasern an den Oberflächen der Extruderwellen einreibend bzw. durchreibend an beiden Flachseiten mit dem flüssigen Kunststoffilm benetzt bzw. getränkt wird und
- c) anschließend wird der mit Kunststoff durchimprägnierte bzw. durchgetränkte Faserstrang aus der Einzugs- und Imprägnierstrecke in über eine Schneidkante in die im Durchmesser verkleinerten Schneckenzyylinder in eine kurze Austrag- und Förderstrecke  $n$  geführt und hierbei in weitgehend vorbestimmte Längen zerschnitten.
3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Faserstrang mehrfach auf die Extruderwellen innerhalb der Einzugs- und Imprägnierstrecke ( $m$ ) vortreibend aufgewickelt wird.
4. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Faserbahnbreite ( $b$ ) des Faserstranges überlappend aufgewickelt werden.
5. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Faserstrang in Förderrichtung schräg in die Zuführöffnung des Plastifizierextruders eingeführt wird.
6. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Anpassung des Schneckenfüllgrades von 40% bis 80% in der Austrag- und Förderstrecke ( $n$ ) in Abhängigkeit des Mischungsverhältnisses von Kunststoffmenge zur Faser-  
menge, über die Anzahl der endlosen Faserstränge und/oder ihr spezifisches Faserstranggewicht (Textgewicht) erfolgt.
7. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Länge der zerschnittenen Einzelfasern bei gerader Schneidkante über den Schneckenwellendurchmesser und/oder der Schneckensteigung und/oder der Schneckengangzahl beeinflussbar ist.
8. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß ein- oder beidseitig die flüssigen Kunststoffe vor oder beim Eintritt des Faserstranges in die Zuführöffnung des Plastifizierextruders mit heißem Gas, z. B. Luft oder Stickstoff, an die Faserbahn mittels einer Blaseinrichtung angeblasen werden.
9. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß der aufzutragende Kunststoffilm in seiner Breite mit den Beschichtungsdüsen bzw. der Blaseinrichtung der Breite des Faserstranges anpaßbar ist.
10. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Plastifizierextruder für einen diskontinuierlichen Kunststoffmassen-Austrag im Start- und Stopp Betrieb arbeitet.
11. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 und 10, dadurch gekennzeichnet, daß der Plastifizierextruder die fertige Kunststoffmasse bzw. das fertige Produkt auf ein Förderband auflegt, nach einer vorgegebenen Austragsmenge stoppt, abschneidet und wegtransportiert sowie anschließend einen neuen Austragsmengezyklus startet.
12. Plastifizierextruder zur Herstellung von faserverstärkten Kunststoffmassen, umfassend eine einen Faserstrang beheizende Strahlungseinrichtung in der Transportlinie zum Plastifizierextruder, eine Imprä-

gniervorrichtung im Plastifizierextruder und zum Einführen des Faserstranges, Zerschneiden und Mischen einen Plastifizierextruder bestehend aus einem Gehäuse mit zwei Bohrungen und Achsen zweier drehangetriebener Extruderwellen, wobei im Gehäuse eine Zuführöffnung zum Einführen eines Faserstranges in die Bohrungen vorgesehen ist zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Plastifizierextruderlänge (L) in eine Einzugs- und Imprägnierstrecke (in) und eine Austrag- und Förderstrecke (n) eingeteilt ist, wobei das Gehäuse (25) für die Einzugs- und Imprägnierstrecke (m) mit im Durchmesser (D) um mindestens die vierfache Stärke (S) des Faserstranges (14) vergrößerten Zylinderbohrungen (2 und 3) ausgebildet ist, eine oder zwei Beschichtungsdüsen (12 und 13) über der Zuführöffnung (18) angebracht sind, wobei die Zuführöffnung (18) in ihrer Längserstreckung vorzugsweise parallel zu den Achsen (6 und 7) in etwa tangential über einer Extruderwelle (5) vorgesehen ist und die Austrag- und Förderstrecke (n) am Eingang eine Schneidkante (21) aufweist und ihre Zylinderbohrungen (2' und 3') mit dem sonst üblichen Durchmesser (d) ausgeführt sind.

13. Plastifizierextruder nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß ein separater Hilfsplastifizierextruder vorgesehen ist, in dem der Beschichtungskunststoff aufbereitet und über Kanäle/Rohre den Beschichtungsdüsen (12/13) zuführbar ist.

14. Plastifizierextruder nach den Ansprüchen 12 und 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Extruderwellen (4 und 5) der Einzugs- und Imprägnierstrecke (m) mit abgerundeten Schneckenstegen (9) ausgeführt sind, während die Schneckenstege (23) der Austrag- und Förderstrecke (n) vorzugsweise scharf ausgebildet sind.

15. Plastifizierextruder nach den Ansprüchen 12 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß die Schneidkante (21) an einer auswechselbaren Verschleißbuchse (26) angebracht ist.

16. Plastifizierextruder nach einem oder mehreren der Ansprüche 12 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß der Plastifizierextruder (1) einen Vorplastifizierbereich (o) zum Aufbereiten des Beschichtungskunststoffes aufweist, dessen Ausgang über einen Zuführungskanal (28) mit einer oder zwei Beschichtungsdüsen (12/13) verbunden ist.

17. Plastifizierextruder nach einem oder mehreren der Ansprüche 12 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß die Schneckenwellen (2' und 3') der Austrag- und Förderstrecke (n) mit einer oder mehreren Schneckenstegen (23) um einen Einzugsbereich (p) in die Einzugs- und Imprägnierstrecke (in) zurückreichend ausgeführt sind.

18. Plastifizierextruder nach einem oder mehreren der Ansprüche 12 bis 17, dadurch gekennzeichnet, daß anstelle eines Vorplastifizierbereichs (o) ein separater Hilfsplastifizierextruder für die Beschickung der Beschichtungsdüsen (12/13) vorgesehen ist.

19. Plastifizierextruder nach einem oder mehreren der Ansprüche 12 bis 18, dadurch gekennzeichnet, daß die Faserlänge im fertigen Produkt durch die Form von Schneidtaschen in Förderrichtung der Schneidkante (21) beeinflussbar ist.

20. Plastifizierextruder nach einem oder mehreren der Ansprüche 12 bis 19, dadurch gekennzeichnet, daß der Plastifizierextruder (1) oder der Hilfsplastifizierextruder zusammen mit dem Plastifizierextruder (1) für einen diskontinuierlichen Betrieb mit einer Steuerung für einen Start-und-Stopp-Betrieb ausgeführt ist.

21. Plastifizierextruder nach einem oder mehreren der

Ansprüche 12 bis 20, dadurch gekennzeichnet, daß an der Austrittsdüse (8) eine Schneidvorrichtung (32) zum Zerteilen des faserverstärkten Kunststoffmassenstranges (33) bzw. das austretende Produkt (33) vorgesehen ist.

22. Plastifizierextruder nach einem oder mehreren der Ansprüche 12 bis 21, dadurch gekennzeichnet, daß das fertige, zerteilte Produkt (33) durch eine in Start- und-Stopp-Betrieb gesteuertes Förderband (34) weiterbeförderbar ist.

---

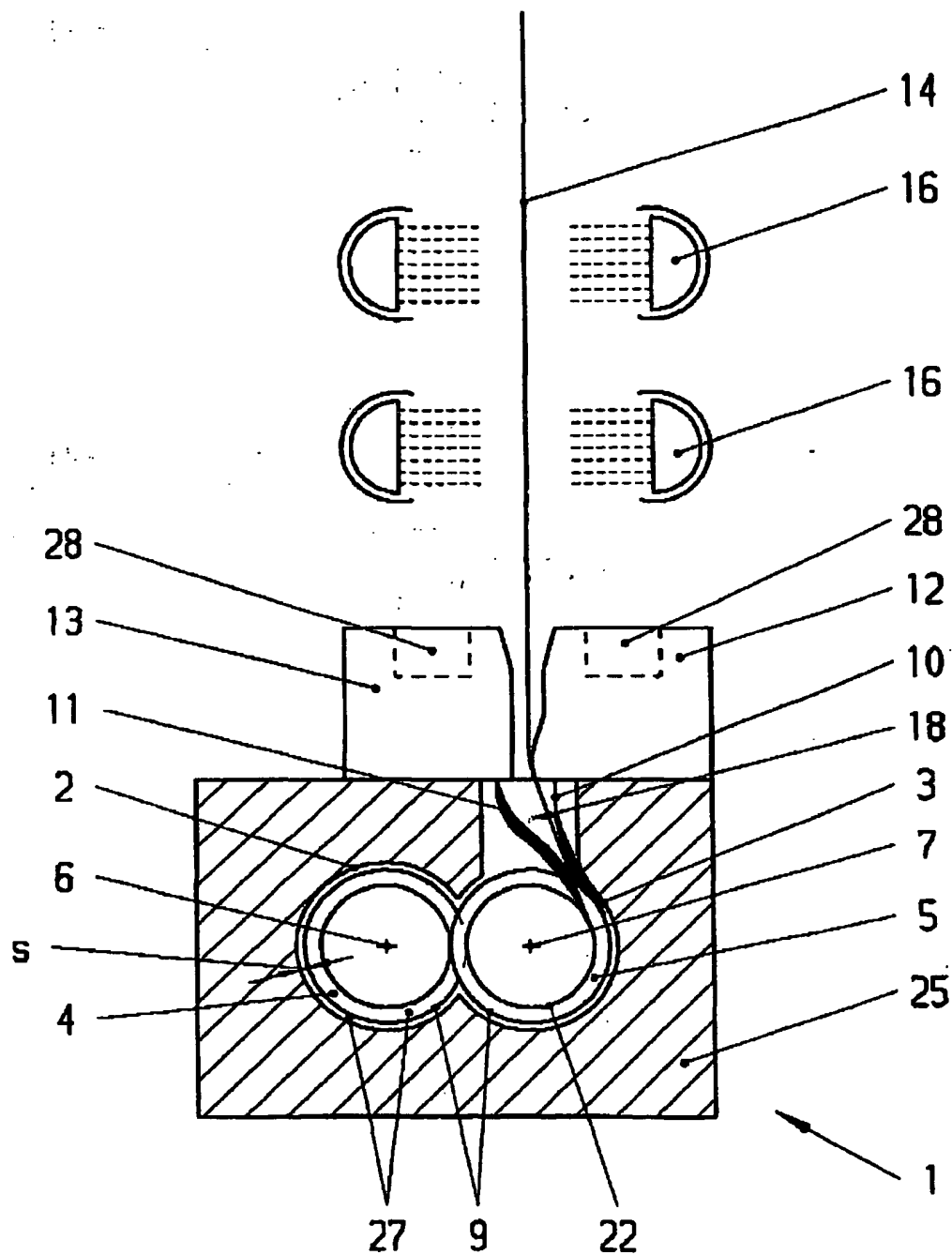
Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

---

- Leerseite -



**Fig.1**



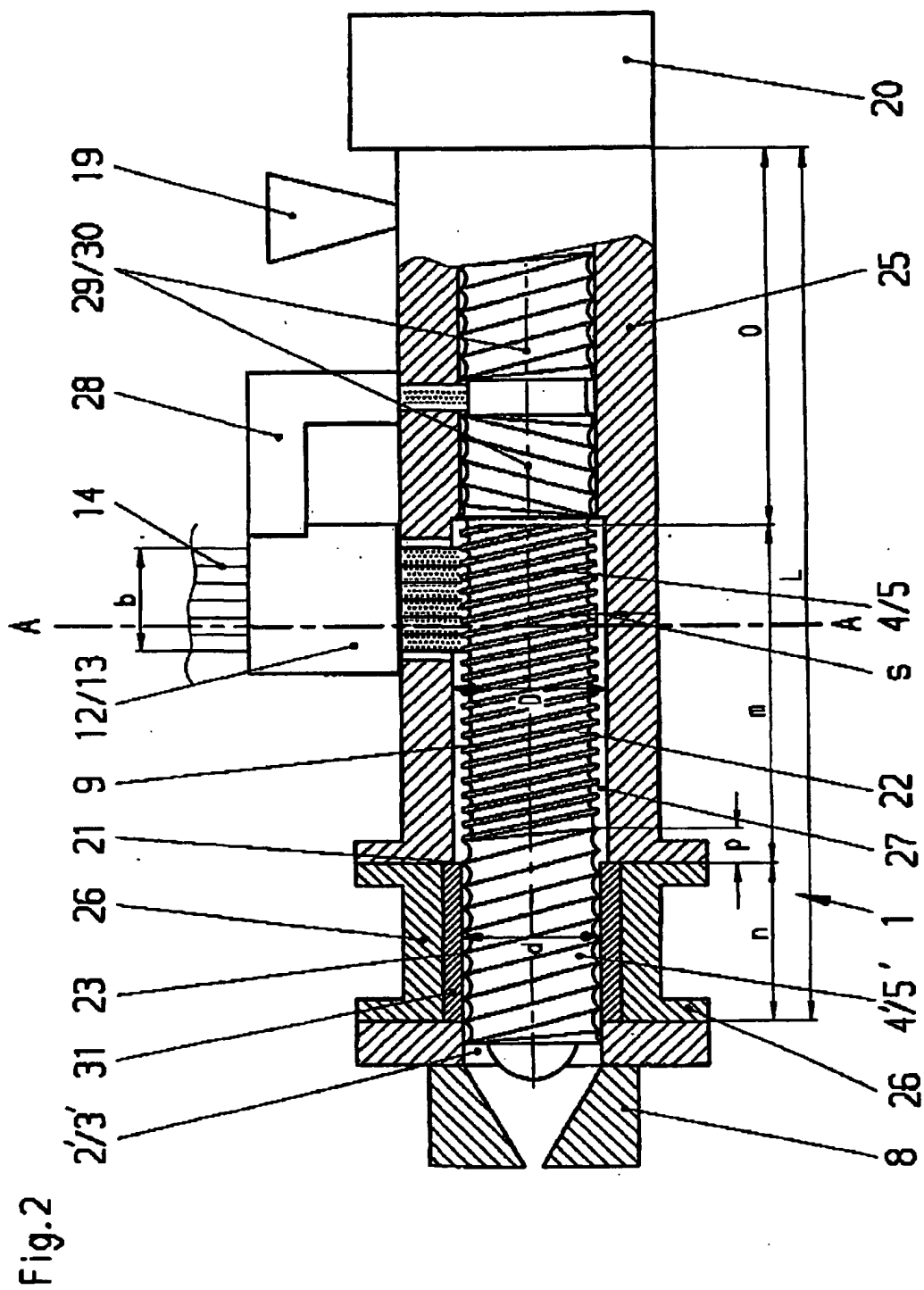


Fig.3

